图书情报工作
第64卷 第20期 2020年10月

人工智能科研团队的合作模式及其对比研究*

■ 王曰芬[1] 杨雪[1] 余厚强[1] 曹嘉君[1,2]
[1] 南京理工大学经济管理学院 南京 210094 [2] 南洋理工大学计算机科学与工程学院 新加坡 639798

摘 要：[目的/意义]探讨人工智能领域科研团队的合作模式，并比较不同合作模式科研团队的差异与影响。[方法/过程]以已识别出的人工智能领军团队为研究对象，根据团队中学者的合作人数情况和社会网络指标，识别出团队中的核心学者，进而划分人工智能科研团队的合作模式，并对不同合作模式的团队进行举例分析。在此基础上，从网络结构特征、研究绩效与地理分布几个维度，对比分析不同合作模式领军团队之间的差异。[结果/结论]人工智能领域科研团队的合作模式被划分为单核模式、双核模式、多核模式以及均衡模式4种类型，其中，单核模式和双核模式的科研团队在所研究维度上都表现较为优异。

关键词：人工智能 科研合作 合作模式 核心学者 数据分析
分类号：G253.1
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2020.20.002

1 引言

科研合作模式是指科学研究主体行为的一般方式，具有简单性、重复性、结构性、稳定性等特点，能够反映科学研究过程中参与的主体之间的合作关系及其规律。合作模式不同，不仅使研究团体行为特征形成差异，而且会产生不同的研究绩效。

人工智能在全球范围内的普及，不仅使大规模的科研团队得以集聚产生，而且通过不断的合作促使新的研究成果持续涌现，推动着人工智能的广泛而深入的发展。那么，人工智能科研合作呈现出哪些模式？这些合作模式的特点包括哪些？不同的合作模式下科研团队的结构特征、研究绩效与地理分布如何？这些问题的研究，对于把握科研团队合作态势和趋势，进而深入解读与分析人工智能领域的发展，具有重要的价值。

经过调查发现，关于科研合作模式划分的研究主要包括两种，一是基于作者的某个属性对作者之间的合著关系进行划分，二是基于合作网络结构特征和群体连接特点对合作模式进行划分。第一种划分中作者的属性包括机构、地域（国别、城市）、年龄、性别、职称等，这些信息的存在为科研论文的著者合作模式的研究提供了可能[1]。例如，李科利[2]基于作者所属机构视角，研究长江中游城市群14所研究型大学与区域内外机构的论文合作情况，结果表明科研合作模式主要有校校合作、校企合作、政校合作、校研合作，以校校合作、校研合作为主，并且机构间科研合作意向是向优势资源聚焦；郭颖涛等[3]基于作者所在地域视角分析图书情报领域的作者合作模式，将合作模式分为同城合作、跨城合作和国际合作，并指出国内外主流合作模式都是同城合作；也有部分学者基于机构和地域的综合视角对科研论文的合作模式进行研究，如Y. Wang等[4]以中国科技论文和索引数据库的合著论文为研究对象，将中国的著者合作分为同一机构内的合作、同一地区不同机构的合作、不同地区的合作及国际合作4种模式；邱均平等[5]基于作者年龄视角研究情报学领域的二人合著年龄结构和三人合著年龄结构以及整体网络，发现青年－青年合作模式是情报学领域最重要的合作模式，并指出要鼓励隔代合作模式；B. Bozeman等[6]通过研究发现，在合作策略方面，与相同职称的男性科研人员相比，女性科研人员更倾向于同性间合作；基于作者职称视角，已有研究发现国内科研论文的主流合作模式为师生合作[7]，国外则为师师合作[8]；

* 本文系国家社会科学基金重大项目“面向知识创新服务的数据科学理论与方法研究”（项目编号：16ZDA224）研究成果之一。
作者简介：王曰芬（ORCID：0000-0002-7143-7766），教授，博士生导师，E-mail：yuefen163@163.com；杨雪（ORCID：0000-0002-6841-4440），硕士研究生；余厚强（ORCID：0000-0002-9241-6630），副教授，博士；曹嘉君（ORCID：0000-0003-1113-2204），博士研究生。
收稿日期：2020-05-11 修回日期：2020-07-06 本文起止页码：14-22 本文责任编辑：杜杏叶

崔鹤等[7]分析中国高等教育领域不同职称组合合作情况，结果表明发文量最高的合作模式为教授–博士研究生。另一方面，基于合作网络结构特征和群体连接特点划分合作模式的方法是指计算作者合作网络的密度、节点的中心性、节点之间的距离等网络计量指标以表征合作模式的方法。如曹玲等[9]在识别高产作者基础上，分析高产作者的合作者网络，通过计算其节点数量、网络密度、发表论文数等指标，将个体网合作模式分为科研团队型合作模式和重大项目合作攻关模式；邱均平等[10]基于合作网络中包含的节点数量、节点分布状态、网络密度将知识转移领域的作者合作模式分为单一模式–子网、双核模式–子网、发展模式–子网与完备型–子网4种合作网络模式；随后，韩芳芳等[11]和王晓荣等[12]相继参照邱均平等[10]提出的作者合作模式对数字图书馆领域、糖尿病领域的学者合作模式进行了类似划分；刘蓓等[13]将国内情报学领域的作者合作模式划分为单点型、双核型、流线型、核心型、桥梁型和网架型；董凌轩[14]等参照邱均平等[10]和刘蓓等[13]的合作网络模式分类方式，将iConference会议论文作者的合作网络分为单一模式、完备模式、桥梁模式及多团体合作模式4种合作网络模式。

综上所述，有关合作模式的研究已经产生了不少的成果，揭示了科学合作过程的特点和规律。但是现有研究主要是从个人作者出发，涉及的研究学科领域普遍规模较小、实证分析的数据量有限，使得研究结论主要停留在对合作模式的识别与简单解读上。因此，探讨合作模式及其产生的影响是值得深入研究的。

2 研究思路与数据处理

2.1 研究思路

在已有研究的基础上，针对要解决的问题，本文基于大规模数据分析提出如下研究思路：首先，将科研团队与个人作者组合进行合作模式划分，其中包括通过综合研究从科研团队中筛选出领军团队、构建核心学者识别算法；其次，从人员数量、中心度、研究热点主题分别对每种模式进行枚举解读；最后，比较不同合作模式的领军团队在网络结构特征、研究绩效表现和地理分布三个维度上的差异。人工智能科研团队合作模式划分及对比的整体研究流程见图1。

2.2 数据来源及处理

本文以Web of Science(WoS)中核心合集为数据

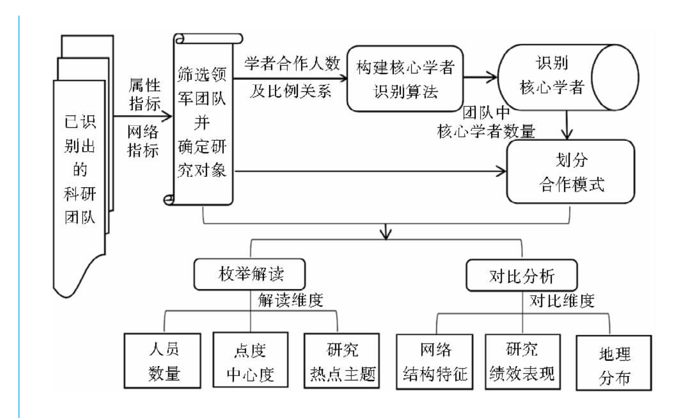


图1 人工智能科研团队合作模式划分及对比的整体流程

源，以WC = “Computer Science, Artificial Intelligence”为逻辑检索式，即选择WoS学科分类下的计算机科学领域中的人工智能类目的记录。检索年限设置为2009–2018年，检索时间为2019年4月，最终得到的检索结果包含421 148条记录(包括论文、书籍等类型)。

在得到原始数据后，考虑到作者人名歧义问题对团队识别质量的影响，我们首先清洗机构名称，其次通过结合合著者及作者机构完成人名消歧工作，即根据相同表述作者名所属机构名称是否相同判断其是否为同一作者，然后从社会网络分析的角度，选用Louvain社区探测算法来识别人工智能领域的科研团队。最终，识别出科研团队23 423个，共涉及作者186 997名。在此基础上，选取发文量、被引量、h指数、加权点度中心度(weighted degree centrality)、中介中心度(betweenness centrality)和接近中心度(closeness centrality)为指标，以团队中成员各指标的总和为依据对团队排序(发文量和被引量均使用分数计数法计算得出)，分别选取每个指标下排名位于前15的团队视为领军团队，取其并集得到68个团队作为本文的研究对象。

基于原始数据构建国家/地区–机构–文章之间的关联，进一步根据学者与文章间的对应关系识别学者所属机构和国家/地区。为了进一步分析科研团队的国家分布情况，将学者所属地区合并到相应的国家表述中，如，“Taiwan”归为中国，“England”“Scotland”“NorthIreland”和“Wales”都归为英国，“Reno”归为美国，此外，忽略部分无法追踪到具体的国家名的国家。

3 领军团队合作模式划分

3.1 划分方法与流程

节点的度中心性表示与节点直接相连的其他节点的个数，是用于衡量网络中节点中心性的常用指标。在一个社会网络中，如果一个行动者与很多其他行动者之间存在直接联系，那么该行动者就居于中心地位，在该网络中拥有较大的“权力”。因此一个节点的度中心性越大，表示其在网络中越重要。在作者合著网络中节点的度中心性表示与该学者有合作关系的其他学者的人数，可用于衡量学者影响力，识别网络中的核心学者。加权点度中心度则加入对边权值的考虑，节点的加权点度中心度是与该点相连接的边权值之和。在构建的作者合著网络中，边的权值反映两个作者之间的合作强度，由二者的总合作次数计算所得。本研究借鉴范如霞等[15]的研究中识别高合作作者的方式，以学者在其所在团队网络中的度中心度、加权点度中心度以及其发文量为划分依据，通过多次实验确定更为合理的阈值，并从网络视角识别团队核心学者从而定义团队合作模式。以团队中节点 i 的点度中心度表示与作者 i 合作的作者数，以 D_i 表示；以节点 i 的加权点度中心度表示作者 i 的合作频次，以 WD_i 表示；以 pub_i 表示作者 i 的发文量，以 Z 表示团队总人数。具体操作流程设计如下：①基于 D_i 将节点降序排列，若 $D_i=D_j$，进一步比较 WD_i 与 WD_j；若 $WD_i=WD_j$，则进一步比较 pub_i 与 pub_j。②识别团队中核心学者：首先根据团队中度数最高的作者的合作人数（D_i）与团队总人数（Z）的比例关系（α）来识别团队中的唯一核心（有关 α 的阈值选择见下文），若第一个节点 i 的合作人数满足 $D_i/Z>=\alpha(0<\alpha<1)$，则节点 i 为团队唯一核心；否则以下述方法进行判断，若存在节点 i,j,k，满足 $D_i>D_j>D_k$（若 $D_j=D_k$，则进一步比较 WD_i 与 WD_j），且节点个数$/Z<=0.2$，使得 $(D_i+D_j+D_k)/Z>=0.8$（基于二八定律），则节点 i, j, k 为团队核心学者。需要注意的是，D_i、D_j、D_k 相加时需进一步排除 D_i、D_j、D_k 中重复的学者，即若节点 i, j, k 均与节点 a 都有合作，则 a 只计算一次。③划分合作模式：根据团队中核心学者的数量划分合作模式。见表1。

3.2 α的阈值选择

在团队合作模式划分过程中，对划分结果有决定性影响的为团队中作者的合作人数与团队总人数的比例关系，即 $D_i/Z=\alpha$ 的阈值设置。在研究中，将 α 分别设定为0.5、0.6、0.7、0.8来进行实验（α 需满足 $0.5<=\alpha<=0.8$，以保证核心节点的地位并且不与双核及多核模式的界定阈值冲突），通过对不同合作模式的计算得到不同的划分结果，如表2所示：

表1 团队合作模式划分

合作模式	划分标准	说明
单核模式	核心学者数量=1	团队中存在某个核心成员，维持着团队合作网络的基本结构
双核模式	核心学者数量=2	团队中存在两个核心成员，连接着更小子网，共同构成团队主体部分
多核模式	核心学者数量>=3	团队中存在三个及三个以上核心成员，将几个多人合作的子网连接起来，与文献[11]中定义的多团体合作模式类似
均衡模式	核心学者数量=0	团队中学者间合作较为均衡和分散，不存在占据绝对主导地位的核心成员

表2 领军团队合作模式划分结果比较

团队合作模式	α=0.5	α=0.6	α=0.7	α=0.8
单核模式	58	46	31	21
双核模式	0	0	8	14
多核模式	7	19	25	29
均衡模式	2	2	3	3

观察表2可以发现，随着阈值 α 的增大，单核模式的团队数量不断减少，双核、多核和均衡模式的团队数量不断增加。即当 $\alpha=0.5$ 或0.6时，领军团队可划分为三种合作模式，分别为单核模式、多核模式和均衡模式，且单核模式占主导地位。但是当 α 增大到0.7或0.8时，开始出现双核模式的团队，且多核和均衡模式的团队数量也有所增加。因此，为了确定较优阈值，首先比较 $\alpha=0.5$ 或0.6与 $\alpha=0.7$ 或0.8时划分结果的差异，结合团队网络结构发现，当 $\alpha=0.5$ 或0.6时，划分结果中的某些单核模式团队中存在明显的双核结构，而当 $\alpha=0.7$ 或0.8时，原来的单核可明显地被划分为双核模式，可见以0.5或0.6作为阈值 α 并不合理。进一步比较 $\alpha=0.7$ 和 $\alpha=0.8$ 时的两种划分结果发现，当 $\alpha=0.7$ 时同样存在某些单核模式团队是明显的双核结构。因此，为了尽可能准确地区分单核模式与其他模式的团队，经过多次实验，本研究将单核模式的划分阈值 α 设置为0.8。值得说明的是，由于领军团队中有的团队中只包含一个学者，该学者与其他学者之间均不存在合著关系，不在本研究合作模式研究的对象范围。因此，最终确定的研究对象为67个领军团队。

3.3 领军团队合作模式举例分析

3.3.1 单核模式

单核模式，即团队中只有一个核心学者的合作模式。根据上述的阈值选择结果，该核心学者与团队中

王曰芬，杨雪，余厚强，等.人工智能科研团队的合作模式及其对比研究[J].图书情报工作,2020,64(20):14－22.

80%以上的学者存在合作关系,表现在网络中即80%以上的节点与该核心节点连接,团队网络呈中心向外辐射的形态。在这种模式的网络中,核心学者占据绝对主导地位,与核心学者产生合作就相当于与整个团队建立了联系,了解核心学者的研究主题可以有效把握整个团队的研究方向。

图2所示的团队即为典型的单核模式:



图2　单核模式科研团队

在图2所示团队中,团队节点数量为49,度数中心度最高的节点为J. Cao,_1(曹进德),曹进德的度数中心度(即合作人数)为45人,因此曹进德的合作人数占团队总人数的80%以上,曹进德为该团队的唯一核心节点,该团队为单核模式。来自东南大学的曹进德教授通过与来自南京信息工程大学、江苏师范大学等众多机构的学者进行合作形成人工智能领域领军科研团队,通过对该团队研究成果进行分析发现该团队研究热点主题主要包括全局同步(global synchronization)、全局指数稳定性(global exponential stability)和多智能体系统(multi-agent system)三个方面。

3.3.2　双核模式

双核模式是指团队中有两个核心学者,其合作者的并集占整个团队人数的80%以上。双核模式的团队在网络中多呈现桥梁型结构,即两个核心学者是两个子网络的连接点,两个核心学者的合作构成两个子网之间的桥梁,两个子网共同维持着团队的结构。双核模式的科研团队对人工智能领域跨学科、跨机构的发展可能会起到重要作用。

图3所示的团队即为典型的双核模式。

在图3所示团队中,团队节点数量为34,度数中心度最高的节点为D. Zhang,其度数中心度(即合作人数)为21人,故无单独学者合作人数超过团队总人数的80%。根据3.1中的团队合作模式划分方法,将学者按度数中心度排序,排除重复合作者后依次相加。度数中心度排名第二位的学者为L. Zhang,其合作人数为20人,两者的合作人数相加为30人(若某位学者同时与D. Zhang和L. Zhang合作,则该学者只计数一次),超过团队总人数的80%以上,且核心学者数小于团队总人数的20%,因此D. Zhang和L. Zhang为该团队的核心节点,该团队为双核模式。D. Zhang和L. Zhang均来自香港理工大学,两者与其他学者进行合作形成各自的研究子网,其合作者之间既有交集,也有差集,这些学者共同努力,形成了图3所示的领军科研团队。该团队的研究热点主题主要包括人脸识别(face recognition)和卷积神经网络(convolutional neural network)两个方面,其中在人脸识别中涉及到人脸图像(face image)、稀疏表示(sparse representation)、图像分类(image classification)。

图 3　双核模式科研团队

3.3.3　多核模式

多核模式可根据团队中核心成员的数量进一步划分为三核模式、四核模式等，该模式通过几个核心节点将若干个多人合作的子网连接起来，形成领军科研团队。这种模式的团队中各子网之间的合作有利于加深人工智能领域合作程度，同时也可以汇聚各学科内容和研究方法的优势扩展研究范围和研究方向[14]。

图 4 所示的团队即为典型的多核模式，其中包含 4 个核心学者：

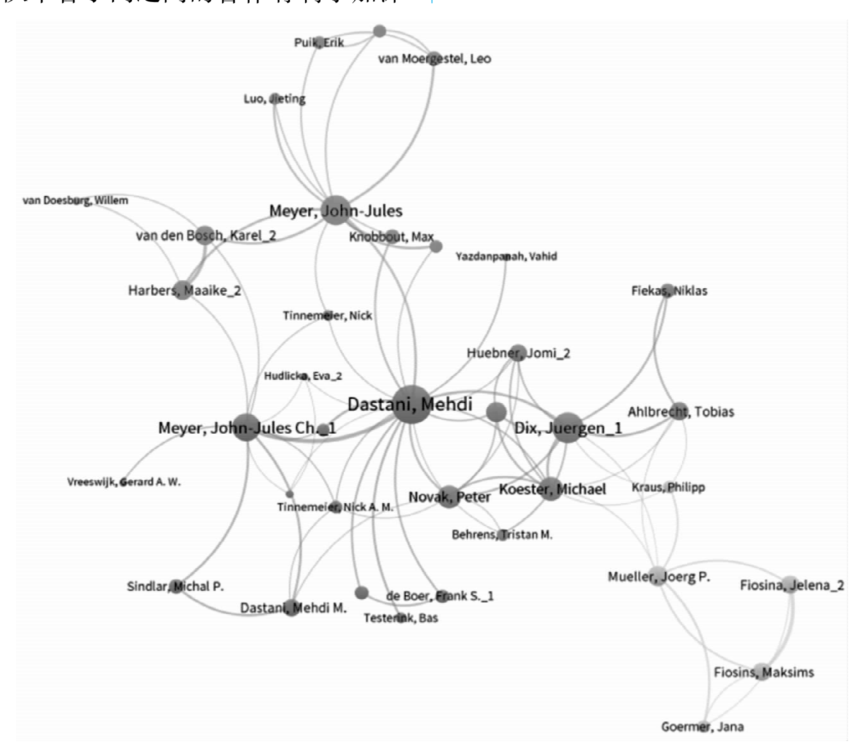


图 4　多核模式科研团队

在图4所示团队中,团队节点数量为37,度数中心度最高的节点为M. Dastani,,其度数中心度(即合作人数)为21人,故无单独学者合作人数超过团队总人数的80%。根据3.1中的团队合作模式划分方法,将学者按度数中心度以及加权点度中心度排序,排除重复合作者后依次相加,最终得到该团队的核心学者包括M. Dastani、J. Meyer_1、J. Meyer和J. Dix_1四人,因此该团队为多核模式。前三位核心学者均来自荷兰的乌得勒支大学,"J. Dix_1"学者来自德国的克劳斯塔尔工业大学,这四位学者与其各自合作者一起,共同构成了图4的领军团队。该团队的研究主要是围绕多智能体系统展开的,结合了云计算(Cloud computing)等方法,在软件开发的管理层面运用多智能体系统进行过研究。团队在机器人运动协调方面有所探索,强调有效性和适用性。

3.3.4 均衡模式

均衡模式即科研团队中不存在核心学者,团队中所有学者之间的合作较为均衡,其网络表现相较于多核模式来说更为分散,各子团队之间联系更少。图5为典型的均衡模式团队:



图5 均衡模式科研团队

在图5所示团队中,团队节点数量为23,度数中心度最高的节点为A. Gumus,其度数中心度(即合作人数)为11人,故无单独学者合作人数超过团队总人数的80%。根据3.1中的团队合作模式划分方法,前20%以内的学者(前4位)的合作人数总计为15人,不超过团队总人数的80%,因此该团队中不存在核心学者,属于均衡模式,可以发现,该团队由多个相互之间联系很小的子团队构成,网络结构与葡萄串类似,没有明显的核心学者,但子团队之间存在桥梁学者,桥梁学者可进一步发展合作伙伴,以期形成规模更大、联系更紧密的科研团队,从而加快人工智能领域的合作发展步伐。

4 不同合作模式领军团队对比分析

4.1 不同合作模式领军团队网络结构特征分析

团队的网络结构特征由网络图中的社会网络指标表征,如密度、聚类系数、平均最短路径等,可以反映网络中节点之间相互连接和聚集的程度。

(1)密度。网络图中实际存在的边的数量与可能存在的边的数量的比值称为该网络的密度,可用于刻画网络中节点间相互连接的密集程度。

(2)聚类系数。节点 i 的邻居节点之间实现存在的边的数量与可能存在的边的数量的比值称为节点 i 的聚类系数,网络的聚类系数为网络中所有节点的聚类系数的平均值。在合著网络中表现为作者的所有合作对象里也存在实际合作关系的概率,可用于衡量网络的聚集性[16]。

(3)平均路径长度。网络图中任意两个节点之间距离(即连接这两点的最短路径长度)的平均值即为网络的平均路径长度。

在划分领军团队合作模式的基础上,统计不同合作模式领军团队的以上指标的值,并计算不同合作模式领军团队每个指标的平均值,从而分析不同合作模式在网络结构特征上的差异,如表3所示:

表3 不同合作模式领军团队网络结构指标

合作模式	网络密度(平均值)	聚类系数(平均值)	平均最短路径长度(平均值)
单核模式	0.143	0.783	2.002
双核模式	0.150	0.782	2.202
多核模式	0.116	0.732	2.544
均衡模式	0.132	0.734	3.162

由表3可以发现,无论是何种模式的领军团队,其网络密度、聚类系数值都较低,表示网络节点间的联系较为稀疏,团队成员之间的科研交流活动较少。而对比不同模式的网络结构指标发现,与多核模式和均衡模式相比,单核模式和双核模式的领军团队的网络密度和聚类系数值较高、平均最短路径长度较短,表示单核模式和双核模式的领军团队聚集程度较高,团队中学者之间的联系较为密切,这一结果表明有一个或两个核心学者的合作模式更有利于学者之间进行学术交流和知识共享。

4.2 不同合作模式领军团队研究绩效分析

对领军团队的合作模式进行划分和界定的最主要目的在于比较不同合作模式团队的绩效表现，以分析何种合作模式最有利于团队工作，以提高其产出效率。团队研究绩效评估涉及很多方面，如文献计量指标、专利技术指标、经济财务指标等[17]。本文选取与科技论文相关的五个文献计量指标进行统计分析，包括不同合作模式领军团队的团队总发文（团队成员总发文量）、人均发文、团队总被引频次（团队成员发文总被引量）、人均被引频次和文章均被引频次。其中，团队总发文量、团队总被引频次和文章均被引频次衡量了团队整体研究绩效，而人均发文量和人均被引频次衡量了团队中个人的研究绩效。计算不同合作模式领军团队各指标的平均值，以对比分析不同合作模式对团队产出绩效的影响，结果如表 4 所示：

表 4 不同合作模式领军团队研究绩效指标

合作模式	平均团队总发文量	平均人均发文量	平均团队总被引频次	平均人均被引频次	平均文章均被引频次
单核模式	148.2	2.5	3364.6	72.6	38.6
双核模式	112.9	2.6	3598.8	104.9	38.2
多核模式	103.6	2.0	2087.6	37.9	20.5
均衡模式	58.1	1.3	441.6	13.7	11.2

由表 4 可知，在以上四个研究绩效指标的表现上，单核、双核和多核模式的值均远大于均衡模式，其中，单核模式和双核模式表现更为优异。这一结果表示，具有一个或两个核心学者的合作模式的研究产出更高，更有利于提高团队产出效率。

4.3 不同合作模式领军团队地理分布分析

地理分布是团队分析时不可忽视的一大要素，反映了团队的辐射范围、影响力和内外交流程度。通过统计不同合作模式的领军团队中全部学者和核心学者所在国家信息，比较不同合作模式的领军团队地理分布及其差异。

4.3.1 全部学者国家分布

追踪领军团队所有学者所在国家，列出各合作模式下出现次数排名前 10 的国家以及其所属的洲，见表 5。

统计不同合作模式领军团队学者所属的洲发现，单核模式团队学者所属洲际范围最为广泛，包括亚洲、欧洲、非洲、北美洲、大洋洲五个大洲，而双核模式、多核模式和均衡模式中的领军团队多为亚欧大陆之间的合作。

表 5 领军团队全部学者的国家和大洲分布（top10）

单核模式	双核模式	多核模式	均衡模式
中国（亚洲）	中国（亚洲）	中国（亚洲）	中国（亚洲）
德国（欧洲）	美国（北美洲）	美国（北美洲）	德国（欧洲）
瑞士（欧洲）	英国（欧洲）	西班牙（欧洲）	土耳其（亚洲）
埃及（非洲）	日本（亚洲）	英国（欧洲）	塞尔维亚（欧洲）
英国（欧洲）	法国（欧洲）	土耳其（亚洲）	荷兰（欧洲）
突尼斯（非洲）	西班牙（欧洲）	巴西（南美洲）	日本（亚洲）
墨西哥（北美洲）	德国（欧洲）	印度（亚洲）	澳大利亚（大洋洲）
西班牙（欧洲）	印度（亚洲）	加拿大（北美洲）	克罗地亚（欧洲）
新西兰（大洋洲）	葡萄牙（欧洲）	德国（欧洲）	奥地利（欧洲）
美国（北美洲）	爱尔兰（欧洲）	马来西亚（亚洲）	西班牙（欧洲）

4.3.2 核心学者国家分布

上述研究已识别出不同合作模式领军团队中的核心学者，基于此统计核心学者的国家及其所属洲分布，见表 6。需要注意的是，均衡模式中不存在核心学者，因此在这一部分的分析中不考虑均衡模式。

表 6 领军团队核心学者的国家和大洲分布（出现次数 top10）

单核模式	双核模式	多核模式
中国（亚洲）	中国（亚洲）	中国（亚洲）
德国（欧洲）	美国（北美洲）	美国（北美洲）
瑞士（欧洲）	西班牙（欧洲）	西班牙（欧洲）
新西兰（大洋洲）	法国（欧洲）	英国（欧洲）
突尼斯（非洲）	英国（欧洲）	印度（亚洲）
马来西亚（亚洲）	日本（亚洲）	土耳其（亚洲）
墨西哥（北美洲）	德国（欧洲）	波兰（欧洲）
美国（北美洲）	荷兰（欧洲）	巴西（南美洲）
埃及（非洲）		荷兰（欧洲）
英国（欧洲）		马来西亚（亚洲）

与全部学者的国家分布类似，在三种不同合作模式的领军团队中，中国学者所占比例均为最高，表示人工智能领域的中国学者不仅数量多，而且在团队中占据着重要地位。对比三种模式可知，单核模式领军团队中的核心学者分布范围较为广泛，涉及亚、欧、非、北美、大洋五个大洲，而双核和多核模式的领军团队中的核心学者多分布在亚欧美三个大洲。

5 总结与展望

本文以已识别出的人工智能领军团队为研究对象，构建了一套基于数据分析的科研合作模式划分方法和流程，并从网络特征、研究绩效、地理分布三个维

度挖掘不同合作模式团队之间的差异,从而为提高团队效率、扩大团队影响力、加强科研团队建设、促进学者合作等提供决策依据,并且可帮助相关研究者从整体层面把握人工智能领域学者合作态势,促进人工智能领域蓬勃发展。本文得出的主要研究结论如下:

(1)根据科研团队与个人学者的组合,将领军团队的合作模式划分为四种类型:单核模式、双核模式、多核模式和均衡模式,每种模式都呈现出不同的结构状态,同时核心学者的研究发挥着较大作用。

(2)从网络特征角度看,与多核模式和均衡模式相比,单核模式和双核模式的领军团队的网络密度和聚类系数值较高、平均最短路径长度较短,即单核模式和双核模式的领军团队聚集程度较高,团队中学者之间的联系较为密切。

(3)从研究绩效角度看,与多核模式和均衡模式相比,无论是团队整体研究绩效还是团队中个人的研究绩效,单核模式和双核模式的表现都更为优异,即单核模式和双核模式的领军团队研究产出较高,更有利于提高团队产出效率。

(4)从地理分布角度看,单核模式团队合作范围更为广泛,而双核模式、多核模式和均衡模式中的领军团队合作范围较为集中,多为亚欧美大洲之间的合作;单核模式领军团队中的核心学者分布范围较为广泛,涉及亚、欧、非、北美、大洋五个大洲,而双核和多核模式的领军团队中的核心学者多分布在亚欧美三个大洲。

此外,本研究也存在一定的局限性,主要表现在本文仅以人工智能的科研团队为例进行研究。为进一步提高方法的普适性和研究深度,未来可尝试将该方法进一步应用于其他领域研究团队的合作模式研究中,同时可根据作者不同属性如年龄、职称、师承关系等进一步比较不同合作模式团队的差异。

参考文献:

[1] 王新明,丁敬达.科研论文的著者合作模式研究综述[J].现代情报,2018,38(8):172-177.

[2] 李科利.长江中游城市群高校科研合作创新:模式、特征、策略——基于14所研究型大学的社会网络分析[J].湘潭大学学报(哲学社会科学版),2017,41(4):23-27,38.

[3] 郭颖涛,杨思洛,邝飘.中外图书情报学科合作模式比较研究[J].情报理论与实践,2013,36(10):120-123,128.

[4] WANG Y, WU Y, PAN Y, et al. Scientific collaboration in China as reflected in co-authorship[J]. Scientometrics, 2005, 62(2): 183-198.

[5] 邱均平,余厚强.我国情报学领域学者科学合作年龄结构分析[J].情报科学,2014,32(8):3-8.

[6] BOZEMAN B, CORLEY E. Scientists' collaboration strategies: implications for scientific and technical human capital[J]. Research policy, 2004, 33 (4):599-616.

[7] 崔鹤,王丹.中国高等教育研究领域个体、机构及地域科研合作情况研究——基于2016年18家教育类中文核心期刊的合著文献分析[J].中国高教研究,2017(4):48-55.

[8] BENCKENDORFF P, ZEHRER A. Career and collaboration patterns in tourism research[J]. Current issues in tourism, 2016, 22(16):1-19.

[9] 曹玲,金殷玉,曹金爽.基于WoS数据的我国气象学者合作模式实证分析[J].南京信息工程大学学报(自然科学版),2013,5(6):566-572.

[10] 邱均平,李威.知识转移领域作者合作模式实证分析[J].情报理论与实践,2012,35(3):53-56,46.

[11] 韩芳芳,周畅.数字图书馆领域作者合作模式研究[J].知识管理论坛,2013(4):38-43.

[12] 王晓荣,吕艳华,张英杰,等.基于Citespace的糖尿病领域高被引论文作者合作模式分析[J].中华医学图书情报杂志,2014,23(11):68-74.

[13] 刘蓓,袁毅,BOUTIN ERIC.社会网络分析法在论文合作网中的应用研究[J].情报学报,2008,27(3):407-417. doi:10.3969/j.issn.1000-0135.2008.03.013.

[14] 董凌轩,刘友华,朱庆华.基于SNA的iConference论文作者合作情况研究[J].情报杂志,2013,32(10):82-88.

[15] 范如霞,曾建勋,高亚瑞玺.基于合作网络的学者动态学术影响力模式识别研究[J].数据分析与知识发现,2017,1(4):30-37.

[16] 王菲菲,陈晓璇,杨辰毓妍.合作网络视角下的基因编辑领域科研团队识别及产出绩效测度[J].中州大学学报,2018,35(3):75-80.

[17] 孟溦,李强,刘文斌.基于3E理论构建科研机构评价指标体系[J].科学学研究,2007(5):908-914,852.

作者贡献说明:

王曰芬:确定选题,指导论文修改与定稿;

杨雪:参与讨论研究思路,负责文献调研、撰写和修改论文;

余厚强:确定选题,提出研究思路,指导论文撰写与修改;

曹嘉君:参与逻辑讨论和论文修改。

The Collaboration Pattern and Comparative Analysis of Research Teams in the Artificial Intelligence Field

Wang Yuefen[1] Yang Xue[1] Yu Houqiang[1] Cao Jiajun[1,2]

[1] School of Economics and Management, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094

[2] School of Computer Science and Engineering, Nanyang Technological University, Singapore 639798

Abstract: [Purpose/significance] This paper discusses the collaboration pattern of research teams in the artificial intelligence field, and compares the differences among research teams in different collaboration pattern. [Method/process] Taking the identified AI leading research team as the research object, and according to the number of scholars and the indicator value of social network indicator in the team, the core scholars in the team were identified, so as to divide the collaboration pattern of the AI research team, and analyze the teams with different collaboration pattern with examples. On this basis, the differences among the leading teams of different collaboration pattern were compared and analyzed from several dimensions of network structure characteristics, research performance and geographical distribution. [Result/conclusion] The cooperative patterns, of research teams in the field of artificial intelligence are divided into four types: single-core pattern, dual-core pattern, multi-core pattern and equilibrium pattern. Among them, the research teams of single-core pattern and dual-core pattern all perform well in the research dimension.

Keywords: artificial intelligence scientific research cooperation collaboration pattern core scholars data analysis

《图书情报工作》2020 年选题指南

[编者按]本选题指南是根据本刊的定位、性质与发展需要,结合图情档学科前沿热点及当前与未来需要解决的重要问题,邀请本刊编委和青年编委为本刊策划定制,再经编辑部整理、修改和补充而形成的。这是本刊 2020 年度关注、报道的重点领域(包括但不限于这些选题),供作者选题和研究以及向本刊投稿时的参考和借鉴。

1. 中国特色图情档学科体系、学术体系、话语体系建设
2. 图情档一级学科建设与融合发展战略
3. 图书馆“十四五”规划编制的关键问题
4. 国家文献信息资源保障能力及其建设
5. 开放科学背景下信息资源建设问题
6. 全民阅读中图书馆的定位与担当
7. 图书馆空间服务的理论与实践
8. 嵌入式学科服务的绩效评价与管理
9. 公众科学、科学素养与泛信息素养
10. 图书馆服务本科教育的模式与能力
11. 图书馆文化传承与文化育人的理论与实践
12. 图书馆出版与出版服务
13. 新媒体时代图书馆科学传播的功能与实践
14. 图书馆营销推广的战略与策略研究
15. 图书馆泛合作研究的实践与理论
16. 国家区域发展战略下图书馆联盟建设与创新服务
17. 网络空间治理的情报学问题
18. 知识产权信息服务能力与效果评估
19. 信息分析中的新技术与新方法
20. 情报服务标准化与评价
21. 数字人文与数字学术的研究与实践
22. 人工智能在图情档中的应用
23. 图书馆智能服务与智慧服务
24. 开放数据生态中的元数据发展模式研究
25. 开放科学数据行为及其模型构建
26. 数据资源建设与数据馆员能力建设
27. 大数据时代信息组织与知识组织
28. 科学数据管理与服务
29. 学术成果监测与学科竞争力分析
30. 情报计算(计算情报)的理论与方法
31. 情报分析服务质量与效能评价
32. 情报研究与智库研究的关系
33. 科学与技术前沿分析理论与方法
34. 健康中国 2030 战略下的健康信息学
35. 人机交互行为及服务模式创新
36. 图情档在新型智库建设中的作用机制
37. 智能信息服务的理论和方法
38. 数字公共文化资源、服务与体系建设
39. 数据时代政务信息资源管理和开发利用
40. 数字档案馆生态系统治理策略
41. 档案数据治理理论与治理体系
42. 政府数据开放平台应用与评价
43. 社会记忆视角下档案信息资源整理、保护与开发
44. 民族文献遗产产业化开发与利用
45. 图情档学科教育模式与人才培养能力